



# Praktikum iz korišćenja računara

---

*Organizacija računara i  
računarski hardver*

*Doc. dr Dražen Drašković*

*Prof. dr Boško Nikolić*

Elektrotehnički fakultet u Beogradu



# Personalni računari

---

- Organizacija računara
- Procesor i matična ploča
- Memorijski medijumi
- Ostali uređaji
- Softverske komponente

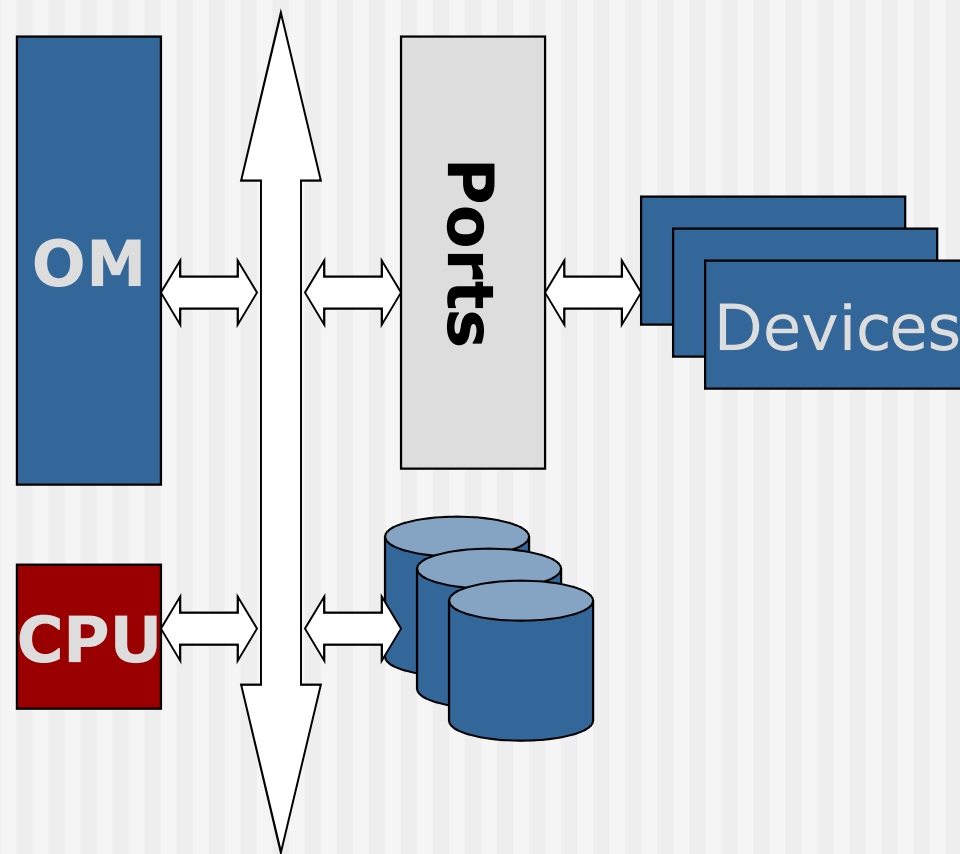
# Matična ploča

---

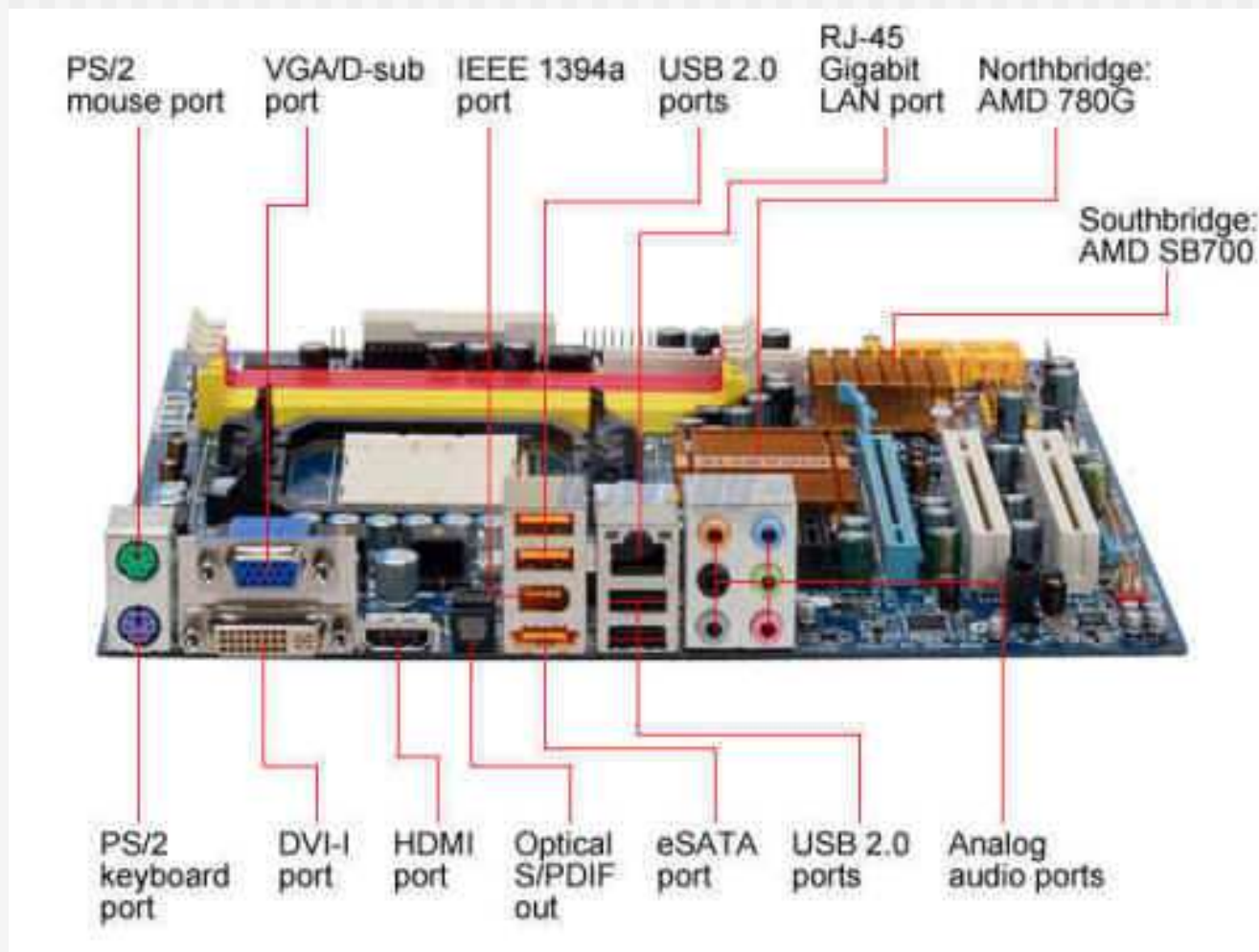
- eng. *motherboard*
- Najvažniji deo računarskog sistema
- Sadrži ključne komponente: centralnu procesorsku jedinicu (CPU), memoriju, konektore za ulazne i izlazne uređaje
- Tanki lim na kome se štampaju tanki slojevi bakarne i aluminijumske folije (vrlo uski tragovi koji formiraju spojeve između različitih komponenata)
- Matična ploča sadrži i brojne utičnice (*sockets*) i slotove za konekciju drugih komponenti

# Organizacija računara

---



# Matična ploča - glavni portovi



# Matična ploča - glavni portovi (1)

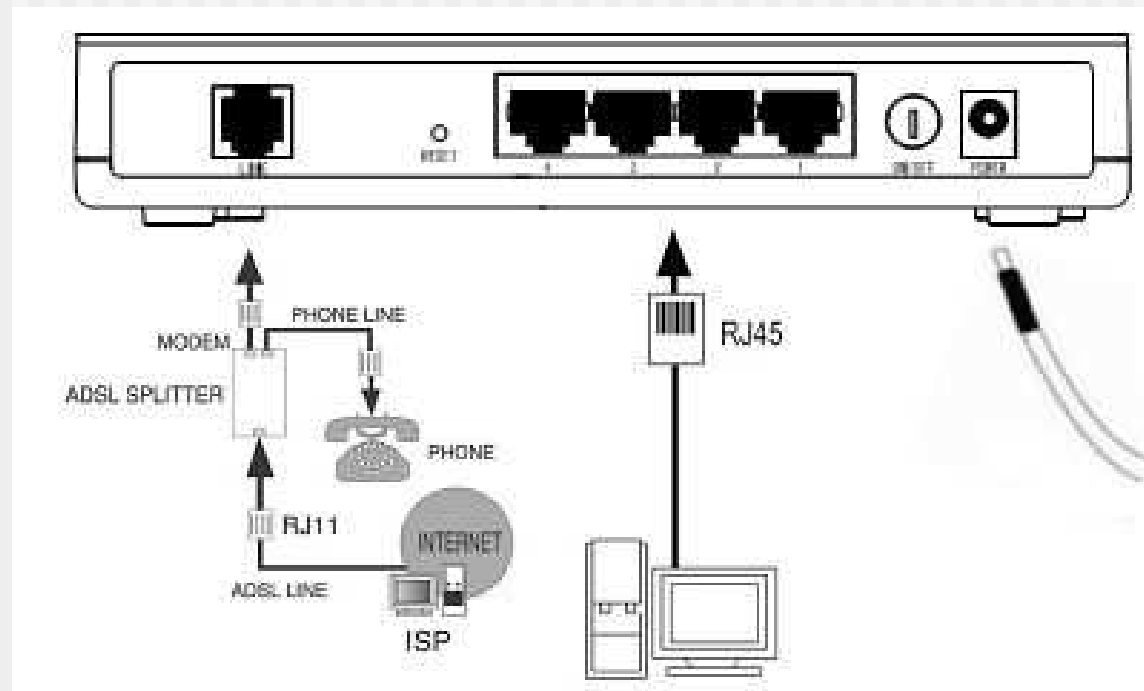


- **RJ-45 (*Registered Jack 45*) LAN port**
- dozvoljava konekciju na LAN (*Local Area Network*) preko mrežnog kabla tipa RJ-45
- Koristi se za povezivanje kućišta sa npr. ADSL ruterima
- Često ga mešaju sa telefonskim priključkom koji ima oznaku RJ-11



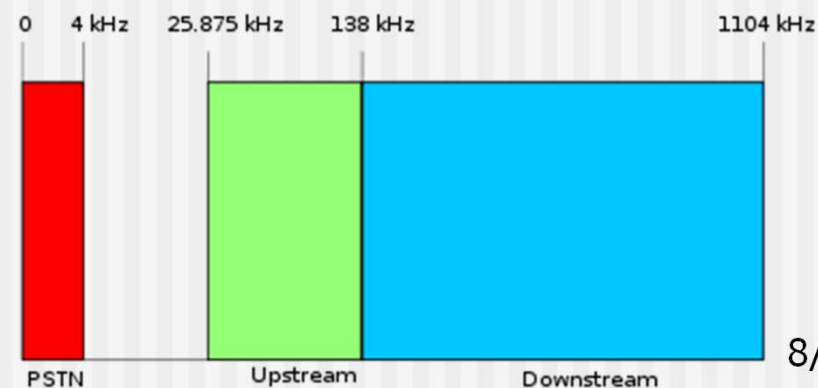
# ADSL ili kablovski ruter

- eng. *Asymmetric Digital Subscriber Line*
- Asimetrična digitalna pretplatnička linija
- Najčešći vid povezivanja na internet



# Princip rada ADSL

- ADSL koristi „višak“ kapaciteta kroz bakarnu paricu za prenos informacija, osim prenosa govornog signala (koji se ne ometa)
- Odgovarajuće frekvencije „vezuju se“ za određene zadatke, pa se raspoloživ frekvencijski opseg deli na 3 dela:
  - Od 300 Hz do 3400 Hz (govor da se prenese a da bude razumljiv), spliterom (posebnim filterom) odvojen od ostala 2 opsega i garantuje telefonski razgovor i u slučaju da internet zakaže
  - Drugi propusni opseg prenosi signal podataka koji šalje informacije od korisnika ka mreži - tzv. *upload*
  - Treći propusni opseg je veza velike brzine ka korisniku, tzv. *download*





# Brzine ADSL standarda

- Brzine downstream/upstream kod ADSL

Version ↕	Standard name ↕	Common name ↕	Downstream rate ↕	Upstream rate ↕	Approved in ↕
ADSL	ANSI T1.413-1998 Issue 2	ADSL	8.0 Mbit/s	1.0 Mbit/s	1998
	ITU G.992.2	ADSL Lite (G.lite)	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s	1999-07
	ITU G.992.1	ADSL (G.dmt)	8.0 Mbit/s	1.3 Mbit/s	1999-07
	ITU G.992.1 Annex A	ADSL over POTS	12.0 Mbit/s	1.3 Mbit/s	2001
	ITU G.992.1 Annex B	ADSL over ISDN	12.0 Mbit/s	1.8 Mbit/s	2005
ADSL2	ITU G.992.3 Annex L	RE-ADSL2	5.0 Mbit/s	0.8 Mbit/s	2002-07
	ITU G.992.3	ADSL2	12.0 Mbit/s	1.3 Mbit/s	2002-07
	ITU G.992.3 Annex J	ADSL2	12.0 Mbit/s	3.5 Mbit/s	2002-07
	ITU G.992.4	Splitterless ADSL2	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s	2002-07
ADSL2+	ITU G.992.5	ADSL2+	24.0 Mbit/s	1.4 Mbit/s	2003-05
	ITU G.992.5 Annex M	ADSL2+M	24.0 Mbit/s	3.3 Mbit/s	2008

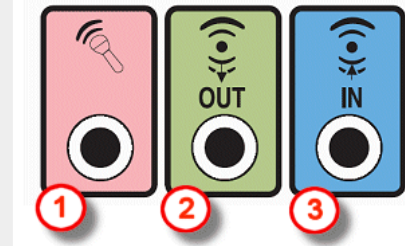
# ADSL2+ downstream brzine

- Teorijski maksimum koji može biti dostignut

Distance (from DSLAM)	Download Speed (Megabits per second)	Download Speed (Megabytes per second)	Download Time Example (9.3MB MP3 file)
0.3 km (approx 0.19 miles)	24.0 Mbit/s	3.0 MB/sec	~3.0 seconds
0.6 km (approx 0.37 miles)	24.0 Mbit/s	3.0 MB/sec	~3.0 seconds
0.9 km (approx 0.56 miles)	23.0 Mbit/s	2.88 MB/sec	~3.2 seconds
1.2 km (approx 0.75 miles)	22.0 Mbit/s	2.75 MB/sec	~3.4 seconds
1.5 km (approx 0.93 miles)	21.0 Mbit/s	2.63 MB/sec	~3.5 seconds
1.8 km (approx 1.12 miles)	19.0 Mbit/s	2.38 MB/sec	~3.9 seconds
2.1 km (approx 1.3 miles)	16.0 Mbit/s	2.0 MB/sec	4.7 seconds
3.0 km (approx 1.86 miles)	8.0 Mbit/s	1.0 MB/sec	9.3 seconds
4.5 km (approx 2.80 miles)	3.0 Mbit/s	0.38 MB/sec (384 KB/sec)	~24.5 seconds
5.2 km (approx 3.23 miles)	1.5 Mbit/s	0.19 MB/sec (192 KB/sec)	~49 seconds

# Matična ploča - glavni portovi (2)

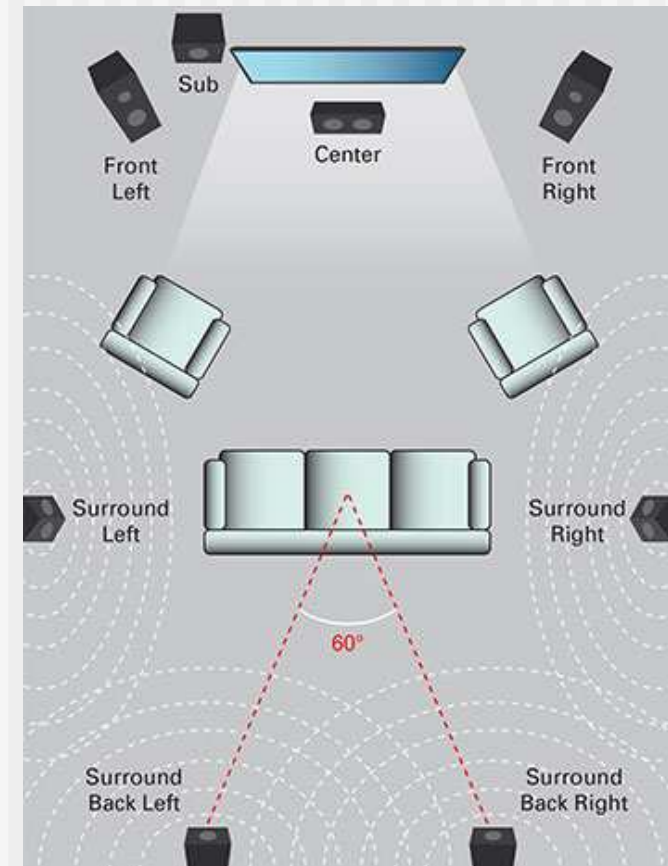
- **HD Audio Ports**
- Služe za povezivanje na audio uređaje
- Česti sistemi 5.1 ili 7.1 (*Home Theater*)



Port	2-Channel	4-Channel	6-Channel	8-Channel
Blue	Line In	Line In	Line In	Line In
Lime	Line Out	Front Speakers	Front Speakers	Front Speakers
Pink	Mic In	Mic In	Mic In	Mic In
Orange			Center/Subwoofer	Center/Subwoofer
Black		Rear Speakers	Rear Speakers	Rear Speakers
Grey				Side Speakers

# Zvučnici

- Raspored 7.1 sistema (slika)
- Najpopularniji:  
Yamaha, JBL, Altec Lansing,  
Harman Kardon, Bose, Sonos,  
Denon,...



## Matična ploča - glavni portovi (3)

- **VGA port (*Video Graphics Array*)**
- VGA kablovi nose analogni signal za razliku od digitalnog signala. Korišćenjem većih frekvencija moguće je postići relativno visok opseg video rezolucija.
- Kvalitet video zapisa direktno zavisi od kvaliteta kablova, a od kablova nam znači i max rezolucija.

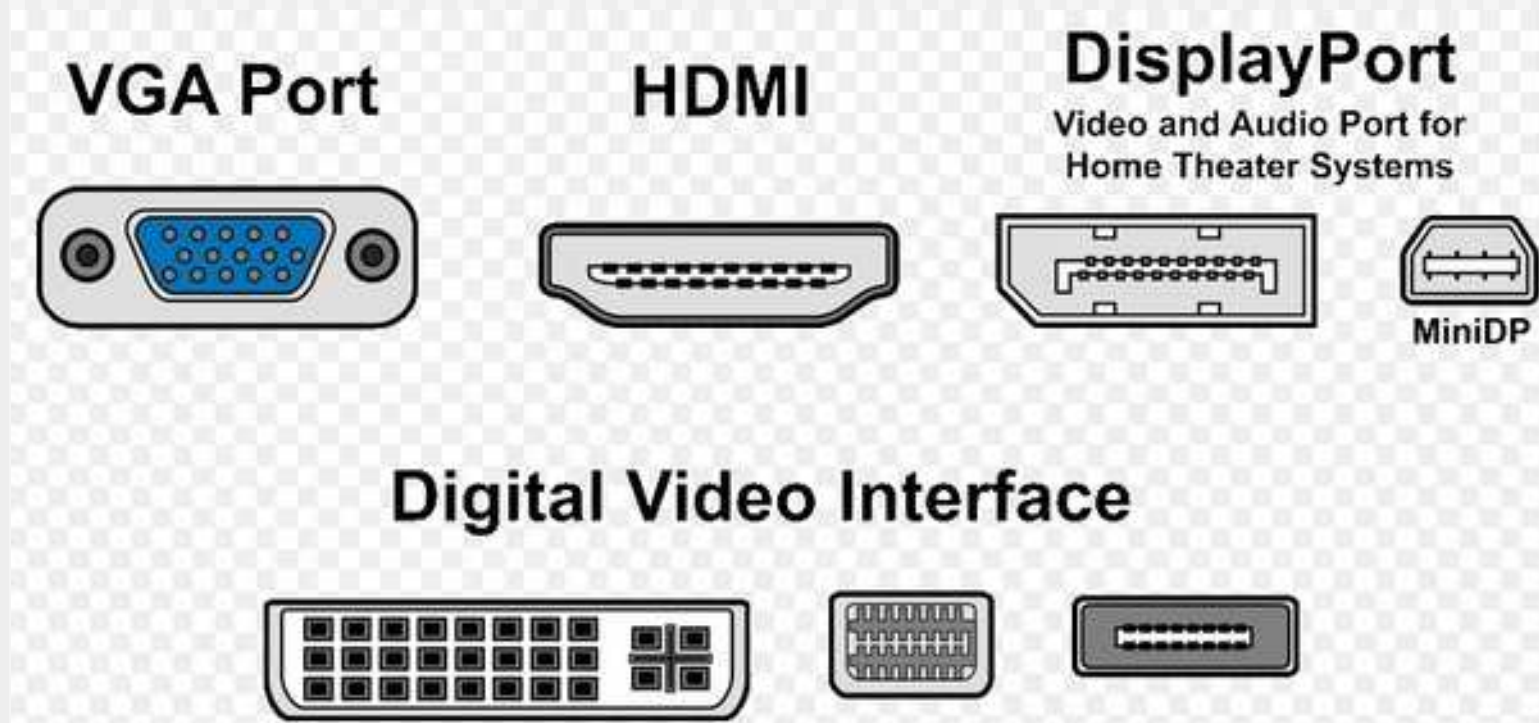


# Matična ploča - glavni portovi (4)

---

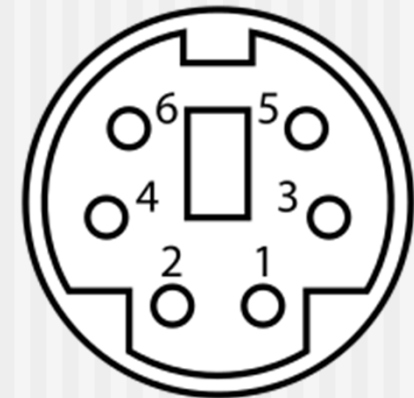
- **HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*) konektor**
- HDMI je digitalni interfejs za prenos audio i video podataka u jednom kablu. Podržava ga većina HDTV i srodnih uređaja, poput DVD i Blu-ray plejera i sistema za video igre
- **DVI (*Digital Visual Interface*)** - koristi se za slanje digitalnih informacija sa računara na digitalni ekran (npr. LED monitor)
- **Display Port** - koristi se kod kućnih sistema (Home Theater) za prenos audio i video

# Matičná ploča - glavni video portovi (5)



# Matična ploča - glavni portovi (6)

- **PS/2 Mouse Port (zeleni)**
- **PS/2 Keyboard Port (ljubičasti)**
- Razvijen od strane kompanije IBM (1987), predstavlja 6-pinski mini DIN konektor
- **Danas je USB port zamenio PS/2 standard!**







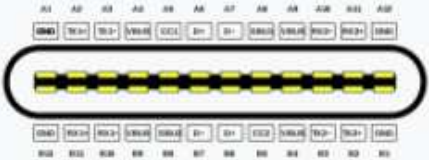


# Matična ploča - glavni portovi (7)








- **USB (*Universal Serial Bus*)** - obično na svakom računaru postoji nekoliko spoljašnjih ovakvih portova za priključivanje miša, tastature, eksternog HDD, USB diska, džojpedova, itd.
- Industrijski standard od 1996. godine
- Dizajniran od strane nekoliko velikih kompanija - Compaq, DEC, IBM, Intel, Microsoft, NEC, and Nortel
- Postoji 4 generacije USB: USB 1.x, 2.0, 3.x i 4.



# USB standardi

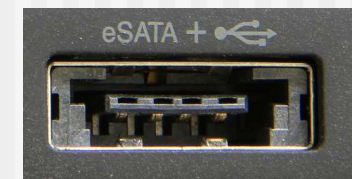
Connectors	USB 1.0 1996	USB 2.0 2001	USB 2.0 Revised	USB 3.0 2011	USB 3.1 2014	USB 3.2 2017	USB4 2019
Data rate	1.5 Mbit/s (Low Speed)  12 Mbit/s (Full Speed)	1.5 Mbit/s (Low Speed)  12 Mbit/s (Full Speed)  480 Mbit/s (High Speed)		5 Gbit/s (SuperSpeed)	10 Gbit/s (SuperSpeed+)	20 Gbit/s (SuperSpeed+)	40 Gbit/s (SuperSpeed+ and Thunderbolt 3)
Standard	Type A  Type-A			Type A  Type-A SuperSpeed		Deprecated	
	Type B  Type-B			Type B  Type-B Super Speed			
	N/A	Type C (enlarged) 					

# USB standardi - mini i mikro verzije

Mini	N/A	Mini A 1 2 3 4 5  Mini-A							
		Mini B 1 2 3 4 5  Mini-B							
Micro	N/A	Mini AB 1 2 3 4 5  Mini-AB							
		Micro A 5 4 3 2 1  Micro-A							
		Micro B 5 4 3 2 1  Micro-B	Micro B 1 2 3 4 5    6 7 8 9 10  Micro-B SuperSpeed						
		Micro AB 1 2 3 4 5  Micro-AB							
Connectors	USB 1.0 1996	USB 2.0 2001	USB 2.0 Revised				USB 3.0 2011	USB 3.1 2014	USB 3.2 2017

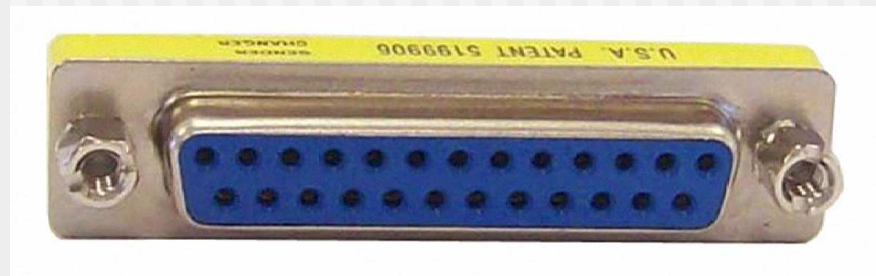
# Matična ploča - drugi portovi (8)

- 1394a port - koristi se za povezivanje sa bilo kojim FireWire uređajem. FireWire je danas zamenjen u velikoj meri sa USB. Neki profesionalni audio hardver i dalje koristi FireWire.
- Optical S/PDIF - koristi se za audio konekcije za kućne sisteme ili napajanje PC zvučnika sa optičkom konekcijom.
- eSATA port (*External Serial Advanced Technology Attachment*) - spoljni interfejs za SATA tehnologije. Konkurentan je FireWire 400 i USB portovima, za obezbeđivanje velikih brzina prenosa kod spoljnih uređaja za skladištenje podataka.



# Matična ploča - paralelni port (9)

- Paralelni port (oznake LPT1 ili LPT2) je na računaru 25-pinski D-konektor ženskog tipa.
- Ranije se uglavnom koristio za povezivanje starijih štampača (printera) sa računarima, pa se često naziva printer port.
- Paralelni potiče od činjenice da port šalje 8 bitova podataka štampaču (1 bajt) na 8 paralelnih linija, za razliku od serijskog porta, koji bitove šalje jedan po jedan.



# Matična ploča - serijski port (10)

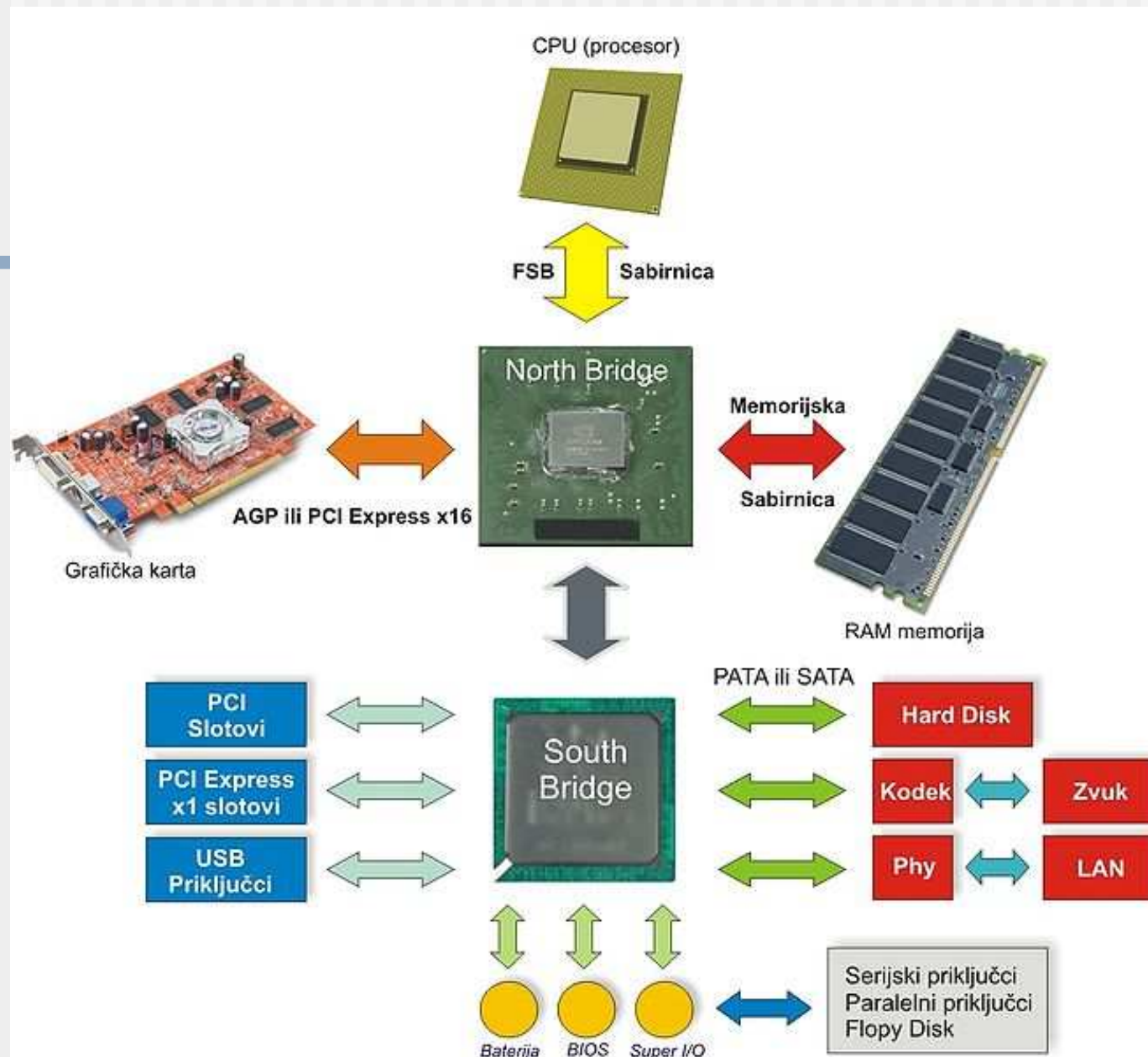
- Serijski port je vrsta računarskog porta koji se koristio za povezivanje raznih uređaja sa računarima (miševa, terminala, ranijih štampača,...) i uglavnom ih je zamenio USB port.
- Serijski port koristi RS-232 standard za komunikaciju, pa se često i naziva RS-232 port.
- Port se može koristiti za kontrolu uređaja i komunikaciju sa raznim mikrokontrolerskim razvojnim sistemima.
- Ranije je korišćen za prenos fajlova između računara.
- Šalje bitove jedan po jedan, za razliku od paralelnog.
- Serijski port ima oznaku COM1, COM2, COM3 ili COM4, i na računaru predstavlja 9-pinski D-konektor muškog tipa.



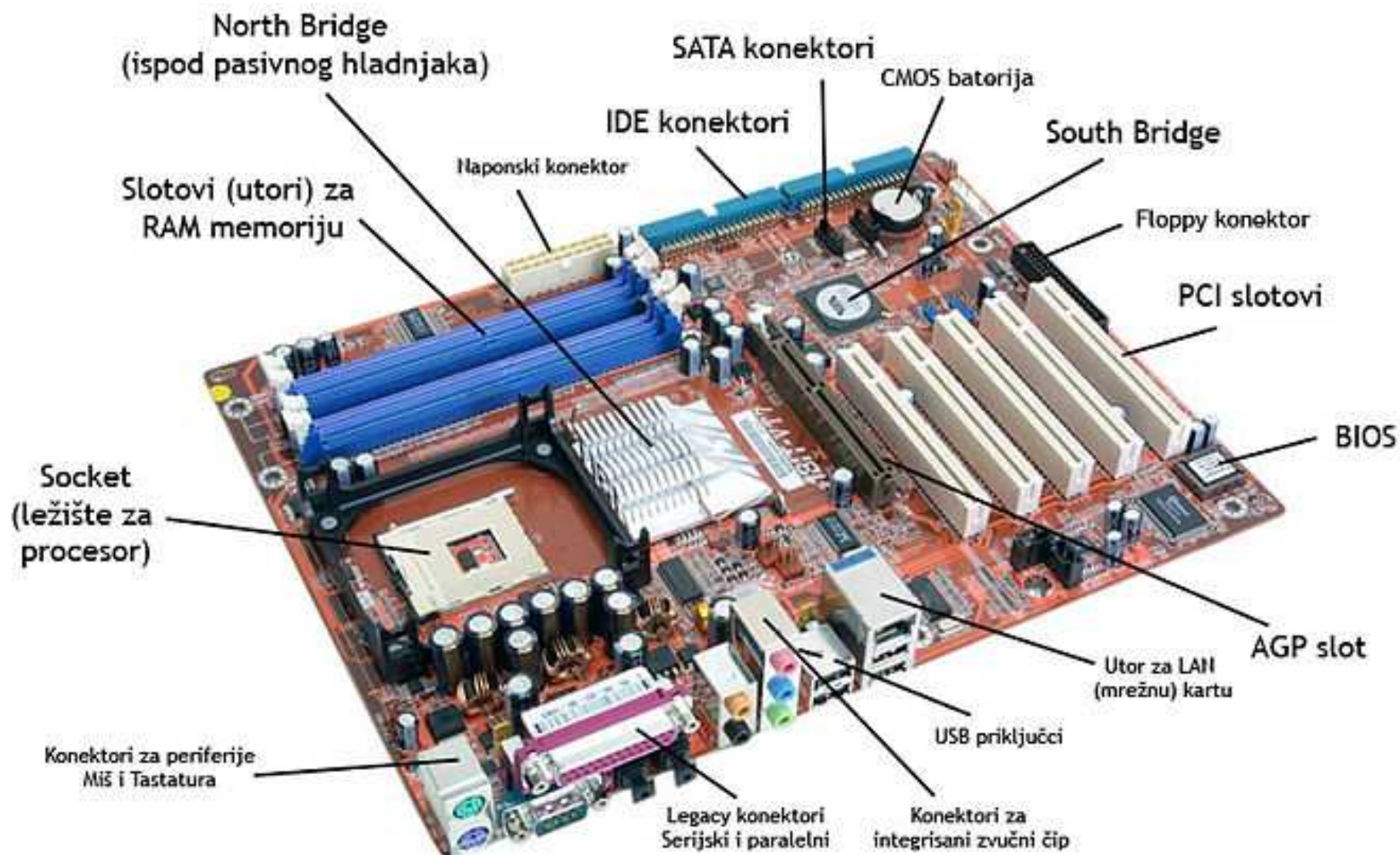
# Matična ploča - severni i južni most

---

- Postoje 2 čipa u osnovnom logičkom čipsetu matične ploče:
- Severni most (eng. *North Bridge*) - koristi se za komunikaciju između CPU, u nekim slučajevima RAM-a, PCI Express (ili AGP) video kartica i južnog mosta.
- Južni most (eng. *South Bridge*) - implementira sporije mogućnosti matične ploče u računarskoj arhitekturi severni-južni most. Čipset u južnom mostu upravlja svim računarskim ulazno-izlaznim (I/O) funkcijama, kao što su USB, audio, serijski, sistemski BIOS, ISA magistrala, kontroler prekida, itd.

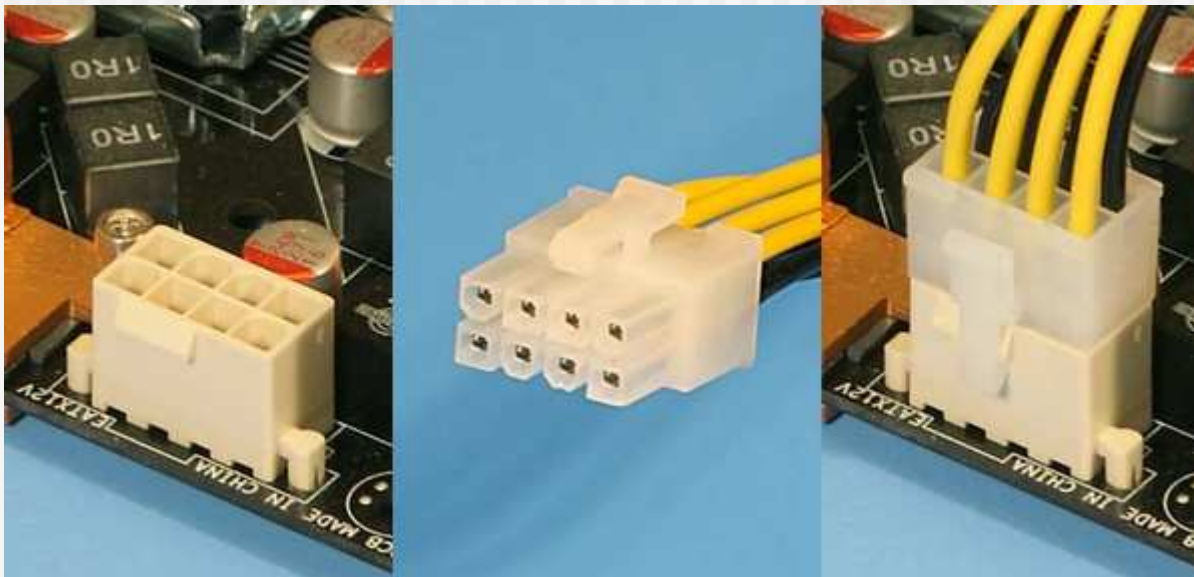
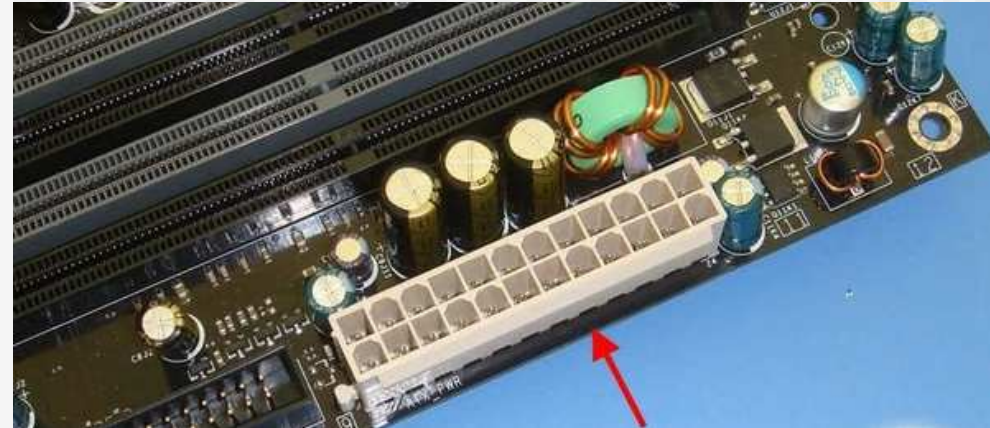






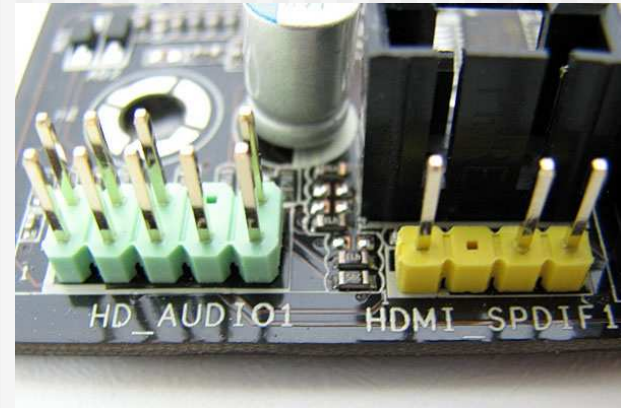
# Matična ploča - iznutra (1)

- Priključci za napajanje
- Omogućavaju napajanje za matičnu ploču i procesor (CPU)



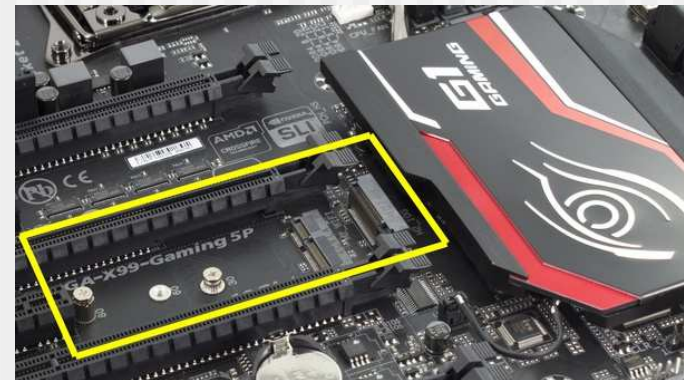
# Matična ploča - iznutra (2)

- Unutrašnja zaglavlja
  - Audio zaglavlje (npr. za rad spoljnih audio utičnica za mikrofon i slušalice)
  - USB zaglavlja (npr. za rad spoljnih USB utičnica (svetlo plavo za USB 3.x i tamno plavo za USB 2.0))
  - Zaglavlja frontalnog panela (za uspešan rad dugmeta za napajanje, dugmeta za resetovanje računara, indikatorske lampice za rad napajanja i HDD).
  - Postoje i druga zaglavlja, ali ovo su najbitnija.



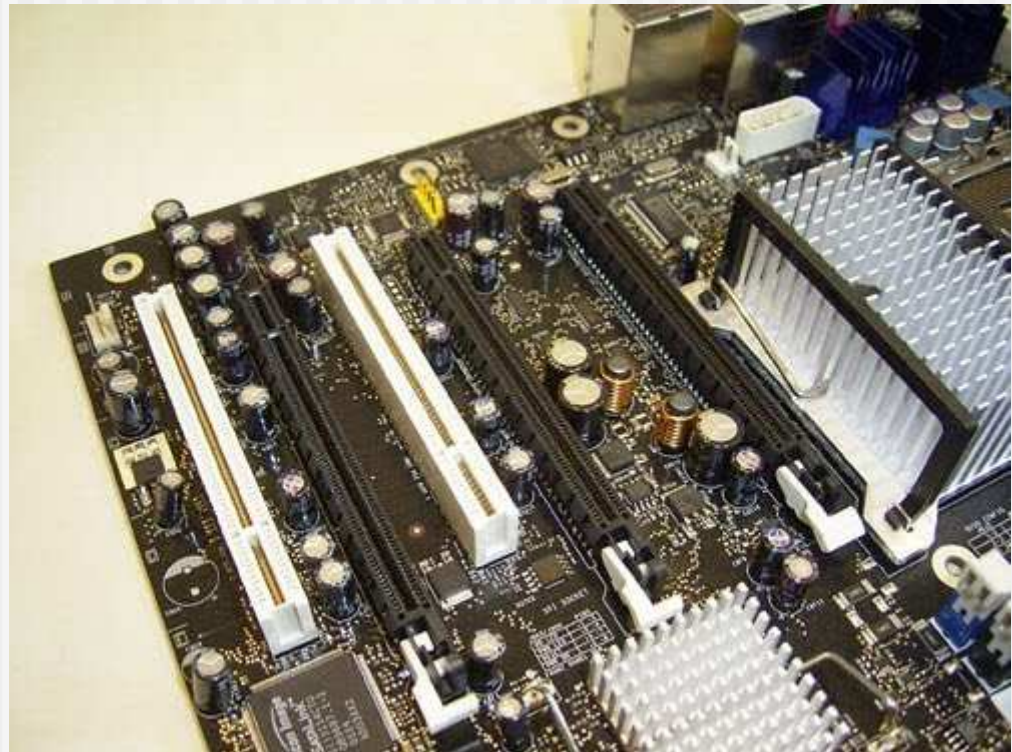
# Matična ploča - iznutra (3)

- SATA portovi - najčešći portovi koji se koriste za povezivanje čvrstih diskova (HDD).
- m.2 port - konekcija za male i brze diskove tipa SSD (*Solid-State Drive*) ili poluprovodnički/električni disk.



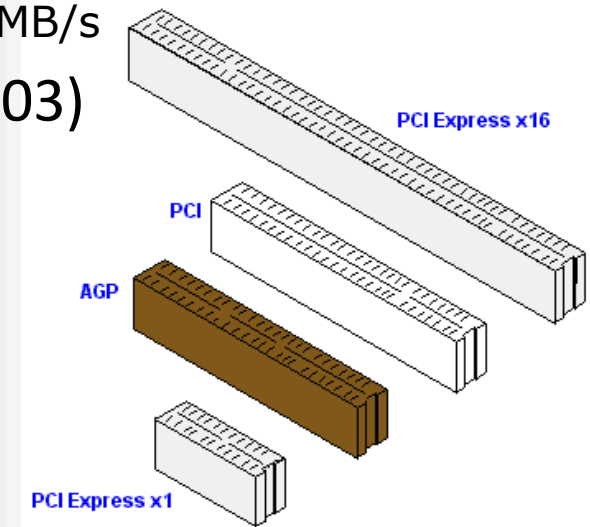
# Matična ploča - iznutra (4)

- Slotovi za proširenje (eng. *Expansion slots*):
  - *PCI* (beli)
  - *PCI Express* (crni)
- *PCI* i *PCI-e* NISU kompatibilni!
- *PCI* = *Peripheral Component Interconnect*
- Koriste se za dodavanje:
  - grafičke kartice (*GPU*),
  - zvučne kartice (*sound*) ili
  - mrežne kartice.

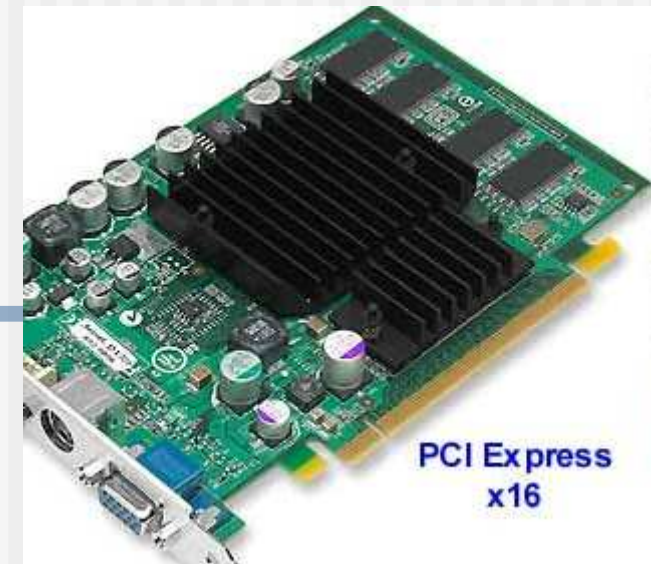


# Matična ploča - PCI vs PCI-e

- PCI standard (Intel, 1995. godine) - interna magistrala podataka za povezivanje unutar računara
- Širine opsega:
  - 32 bita sa 33 MHz, potencijalni protok od 133 MB/s
  - 32 bita sa 66 MHz, potencijalni protok od 266 MB/s
  - 64 bita sa 66 MHz, potencijalni protok od 532 MB/s
- PCI-e standard (Intel + Dell + HP + IBM, 2003)
  - serijski modul za računar visoke brzine
  - napravljen da zameni PCI, PCI-X1 i AGP
  - koristi se za grafičke kartice, HDD, SSD, WiFi i Ethernet kartica



# Performanse PCI-e

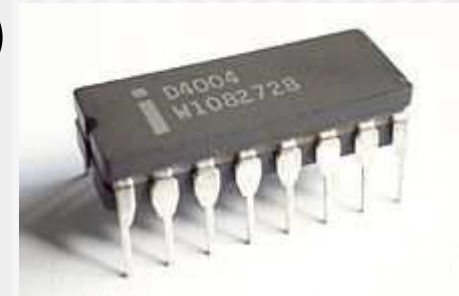


PCI Express link performance

PCI Express version	Introduced	Line code	Transfer rate <sup>[i]</sup>	Throughput <sup>[i]</sup>				
				x1	x2	x4	x8	x16
1.0	2003	8b/10b	2.5 GT/s	250 MB/s	0.50 GB/s	1.0 GB/s	2.0 GB/s	4.0 GB/s
2.0	2007	8b/10b	5.0 GT/s	500 MB/s	1.0 GB/s	2.0 GB/s	4.0 GB/s	8.0 GB/s
3.0	2010	128b/130b	8.0 GT/s	984.6 MB/s	1.97 GB/s	3.94 GB/s	7.88 GB/s	15.75 GB/s
4.0	2017	128b/130b	16.0 GT/s	1969 MB/s	3.94 GB/s	7.88 GB/s	15.75 GB/s	31.51 GB/s
5.0	2019	128b/130b	32.0 GT/s <sup>[ii]</sup>	3938 MB/s	7.88 GB/s	15.75 GB/s	31.51 GB/s	63.02 GB/s
6.0 (planned)	2021	128b/130b	64.0 GT/s	7877 MB/s	15.75 GB/s	31.51 GB/s	63.02 GB/s	126.03 GB/s

# Prvi procesori (1)

- **Intel 4004**, 4-bitni procesor, prvi mikroprocesor (1971)
- Clock rate: 740 kHz
- 0.07 MIPS (miliona instrukcija po sekundi)
- Širina magistrale: 4 bita
- PMOS logika (P-type metal-oxide-semiconductor logic)
- 2300 tranzistora na 10  $\mu\text{m}$
- Adresibilna memorija: 640 bajtova
- Programska memorija: 4 KB
  
- **Intel 4040** (iz 1974. godine)
- Clock rate: 740 kHz
- 3000 tranzistora
- Programska memorija: 8 KB



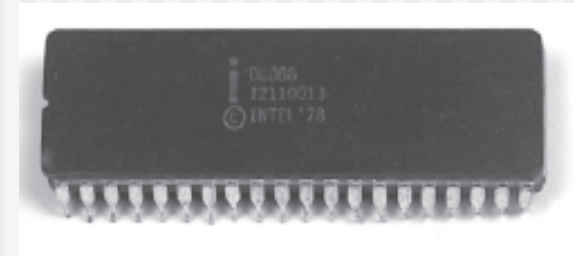


# Prvi procesori (2)

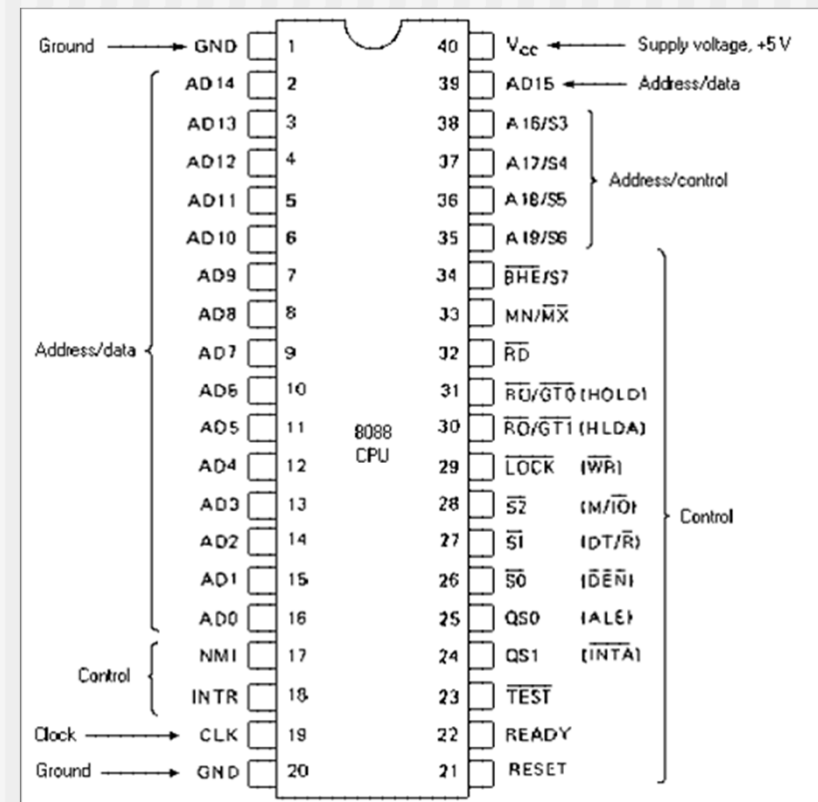
- **Intel 8008**, 8-bitni procesor (1972)
  - Clock rate: 500 kHz; 0.05 MIPS
  - Širina magistrale: 8 bitova
  - 3500 tranzistora sa 10  $\mu\text{m}$
  - Adresibilna memorija: 16 KB
  - PMOS logika sa povećanim opterećenjem
- **Intel 8080**, 8-bitni procesor (1974), 2 MHz, 0.29 MIPS, magistrala podataka: 8 bitova; adresna magistrala: 16 bitova, NMOS logika, 4500 tranzistora sa 6  $\mu\text{m}$ , 64KB adresibilne memorije
- **Intel 8085**, 8-bitni procesor (1976), 3MHz, 0.37 MIPS, magistrala podataka: 8 bitova; adresna magistrala: 16 bitova, NMOS sa iscrpnim opterećenjem, 6500 tranzistora 3  $\mu\text{m}$



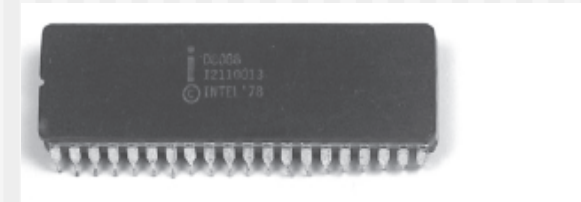
## Prvi procesori (3)



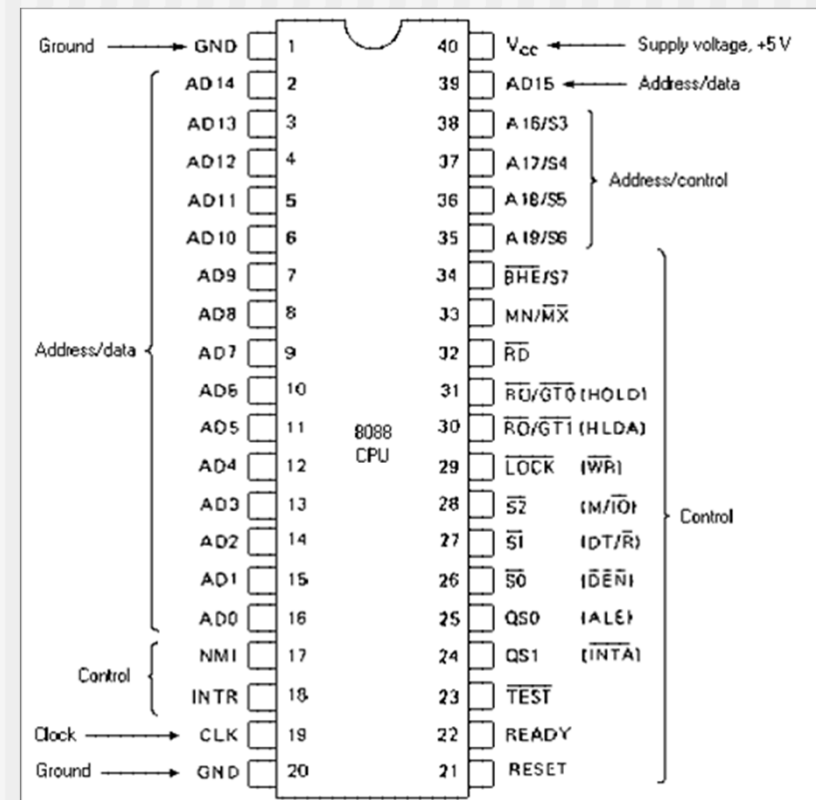
- Intel 8086 (x86), 1978-1998, 16-bitni mikroprocesor
- Intel 8088 kao 8086, sa 16-bitnim registrima i 8-bitnom eksternom magistralom podataka
- Kasnije su na osnovu ove generacije razvijeni i 80188, 80186, 80286, 80386, 80486, itd.
- Oba mikroprocesora imaju arhitekturu zasnovanu na 8080 i 8085 sa sličnim skupom registara, ali su prošireni podrškom za 16-bitno adresiranje.



# Prvi procesori (4)

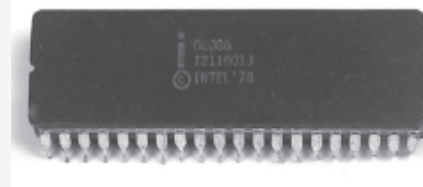


- Oba mikroprocesora imaju sledeće unutrašnje magistrale:
  - *Address Bus* (adresna magistrala): širine 20 bita = mogućnost adresiranja do 1 MB memorije.
  - *Data Bus* (magistrala za podatke): širine 16 bita = mogućnost pristupa podacima širine 16 bita u jednom koraku, odavde potiče naziv 16-bitni mikroprocesor.
  - *Control bus* (kontrolna magistrala): prenosi kontrolne (upravljačke) signale



# Prvi procesori (5)

- Četiri 16-bitna registra opšte namene, koji se mogu adresirati i kao osam 8-bitnih registara:
  - AX - Akumulator
  - BX - Bazni registar
  - CX - Brojački registar
  - DX - Registar podataka
- 2 16-bitna pokazivačka registra:
  - SP - Stack pointer
  - BP - Base pointer
- 2 16-bitna index registra:
  - SI - Source index
  - DI - Destination index
- 4 16-bitna segment registra:
  - CS - Code segment
  - DS - Data segment
  - SS - Stek segment
  - ES - Extra segment
- IP - Instruction-Pointer
- Status registar sa 9 flegova:
  - CF - carry flag
  - PF - parity flag
  - AF - auxiliary carry flag
  - ZF - zero flag
  - SF - sign flag
  - TF - trap flag
  - IF - interrupt enable flag
  - DF - direction flag



# Procesor Intel Pentium

- **Rani Intel Pentium-i (Pentium Pro, 1995)**
- 32-bitni procesori
- Interna brzina takta: 60-200 MHz
- Eksterna brzina takta: 50-66 MHz
- Množač takta: 1x – 3x
- L1 keš: 16KB
- Pakovanje: PGA / SPGA (Socket 8 procesor)



# Procesor AMD K5

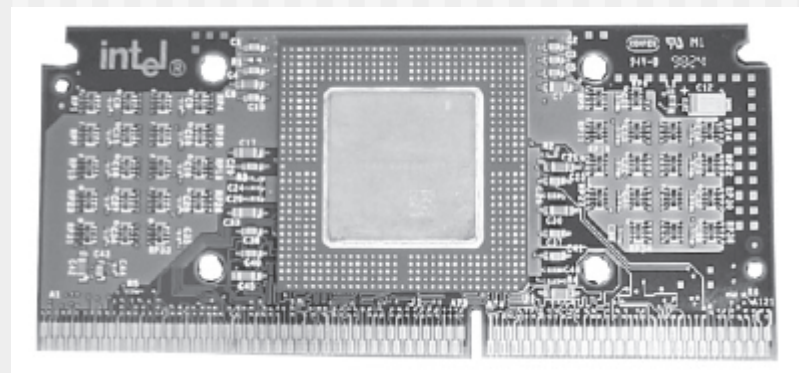
---

- **AMD Pentium-i ekvivalent: AMD K5**
- Interna brzina takta: 60-150 MHz
- Eksterna brzina takta: 50-75 MHz
- Množač takta: 1.5x – 2x
- L1 keš: 16 KB
- Pakovanje: PGA



# Procesor Pentium II

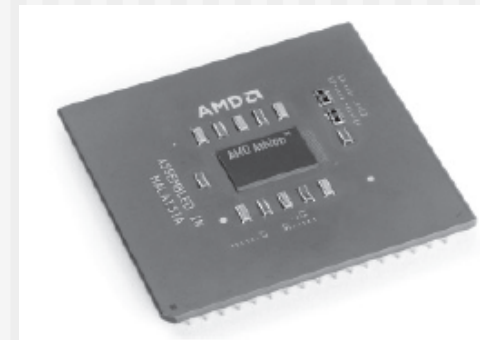
- **Pentium II (1997), Celeron (1998)**
- Interna brzina takta: 266-700 MHz
- Eksterna brzina takta: 66 MHz
- Množač takta: 4x – 10.5x
- L1 keš: 32 KB
- L2 keš: 128 KB
- Pakovanje: SEP, PGA



# Procesor AMD Athlon

---

- **AMD Athlon Thunderbird**
- Interna brzina takta: 650 MHz – 1.4 GHz
- Eksterna brzina takta: 100-133 MHz (double)
- Množač takta: 6.5x – 14x
- L1 keš: 128 KB
- L2 keš: 256 KB
- Pakovanje: PGA





# Procesor Intel Core 2

---

- 2006. godine
- Interna brzina takta: 1.8 GHz – 3.2 GHz
- Eksterna brzina takta: 266 MHz (quad-pumped)
- Množač takta: 7x – 12x
- L1 keš: dva puta po 64 KB (**Duo**)
- L2 keš: 2 MB ili 4 MB
- Pakovanje: 775-pin LGA



# Procesor Intel

---

- Intel je napravio više verzija Core 2 CPU-a u želji da pokrije potrebe svih korisnika.
- Postoje dve verzije za PC računare *Core 2 DUO* i *Core 2 Extreme*, verzija za portabilne PC računare *Core 2 Mobile*.
- Na samom kraju 2006, početku 2007. Intel je izbacio Core2 Extreme CPU sa **četiri jezgra**.
- Svi Core i Core 2 CPU koriste EM64T tehnologiju, što im omogućava da procesuiraju i 32-bitne i 64-bitne aplikacije.

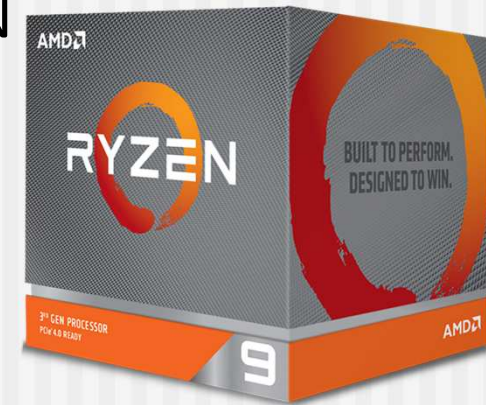
# Intel - novije generacije

---

- 64-bitni procesori, Intel 64 - *Nehalem* mikroarhitektura  
Prva generacija (2010): Core i3, Core i5, Core i7
- Deveta generacija (*Coffee Lake*, 2018): desktop Core i3, i5, i7, Pentium Gold, Celeron, 6-jezgarni Core i7 i i9 mobilni CPU i prvi ultra-power CPU sa Intel Iris Plus grafikom.
- Deseta generacija (*Ice Lake*, 2019/2020)
  - menja SkyLake mikroarhitekturu
  - koristi Intelov Process-Architecture-Optimization model
  - L1 instruction/data cache: 32KB/48 KiB; L2 cache: 512 KiB
- Mobilni procesori kod Intelu - Intel Atom
  - od 2 do 16 jezgara
  - procesorska frekvencija 1.33 GHz - 2.4 GHz
  - keš memorija: 1 MB - 16 MB

# AMD-nove generacije i CPU kod mobilnih

- Desktop: novije generacije kod AMD - RYZEN
- Ryzen 5 (6 jezgara / 12 niti), Ryzen 7 (8/16), Ryzen 9 (12 jezgara / 24 niti)
- Prema poređenjima 14% bolje jednonitske performanse od Intel procesora i 6% prilikom pokretanja više niti



- **Mobilni procesori** (trenutno najbolji u 2019. godini): Apple A13, Huawei Kirin 990, Qualcomm Snapdragon 855 Plus, Samsung Exynos 9820
- ARM mikroarhitektura bazirana na RISC arhitekturi
- Najpopularniji trenutno (Jul 2019): Qualcomm Kryo, ARM baziran procesor sa ARMv8 64-bitnim instrukcijskim setom (postoje i 32-bitne arhitekture)



# Memorijski medijumi

---

- Kapacitet memorijskog medijuma:
  - Bit: jedna binarna cifra, promenljiva sa dva stanja (0/1)
  - Bajt: 8-bitna binarna reč, promenljiva sa  $2^8 = 256$  vrednosti
  - Neimenovani brojevi:  
 $1K = 2^{10} = 1024$   
 $1M = 2^{10} K = 2^{20}$   
 $1G = 2^{10} M = 2^{30}$
  - Kapacitet  $1GB = 2^{10}MB = 2^{30}B$

# Memorijski medijumi

---

- Operativna memorija:
  - Mogućnost čitanja i upisa - RAM (*Random Access Memory*)
  - Gubi sadržaj gubitkom napajanja (neperzistentna memorija)
  - Brz pristup (reda nanosekundi)
  - Tipični kapaciteti: 512MB, 1GB, 4 GB, 8 GB, 16 GB, 32 GB, 64 GB, 128GB
  - Ukupni adresni prostor procesora:  $2^{32}B = 2^2 * 2^{30}B = 4GB$
  - U obliku paketa čipova koji se ugrađuju direktno na matičnu ploču računara

# Tipovi RAM memorije (1)

- SRAM - Static random-access memory (statička memorija sa slučajnim pristupom, skr. SRAM)
- Statički ram je vrsta poluprovodničke memorije, realizovan pomoću flip-flopora. Osnovna memorijska jedinica je flip-flop koji predstavlja 1 bit.
- Statički RAM omogućava višestruko učitavanje, međutim sadržaj se briše odmah posle isključivanja napajanja.
- Statičke RAM memorije zauzimaju veći prostor od dinamičkog RAM-a i imaju mnogo veću cenu
- Tehnike izrade:
  - Bipolarni SRAM - izgrađen u ECL (*Emitter Coupled Logic*) tehnici ili TTL (*Transistor-Transistor Logic*) tehnici; prednost - velika brzina rada, nedostatak - velika potrošnja električne energije i visoka cena.
  - CMOS SRAM - flip floповi izgrađeni u CMOS (*Complementary metal-oxide-semiconductor*) tehnici; prednost - mala potrošnja električne energije i jeftina cena; nedostatak - manje brzine rada.
- Mart 1963: 1 bit, 1972: 1 kb, 1980: 64 KB, 1995: 256 MB

## Tipovi RAM memorije (2)

---

- DRAM - Dynamic random-access memory (dinamička memorija sa slučajnim pristupom, skr. DRAM)
- Svaki bit memorije se čuva u posebnom kondenzator u okviru integrisanog kola. Kondenzator može biti pun ili prazan (ova 2 stanja predstavljaju 2 vrednosti bita, tj. 0 i 1).
- Glavna memorija u računarima je dinamički RAM.
- Prednost DRAM - samo 1 tranzistor i 1 kondenzator su potrebni po bitu, u poređenju sa 4 ili 6 tranzistora kod SRAM.
- Za razliku od fleš memorija, DRAM je promenljiva memorija, gubi podatke brzo nakon prestanka napajanja
- Prvi DRAM: Mostek MK4096 (1x 4096), 1973. god.
- Glavne memorije su dinamičke, a ostali delovi računara kao što su keš memorije i bafer podaci na tvrdim diskovima, obično koriste statički RAM.



# DRAM memorije

---

- Single In-line Pin Package (SIPP)
- Single In-line Memory Module (SIMM)
- Dual In-line Memory Module (DIMM)
- Rambus In-line Memory Module (RIMM), технички је DIMM.
- Small outline DIMM (SO-DIMM), око половине редовних DIMM-а, углавном се користе у лаптоповима, у рачунарима релативно малих димензија - као што је **Mini-ITX** матична плоча, надоградивим канцеларијским штампачима и мрежном хардверу попут рутера. Долазе у верзијама са:
  - 72-pin (32-bit)
  - 144-pin (64-bit) користи се за SDRAM
  - 200-pin (72-bit) користи се за DDR SDRAM и DDR2 SDRAM
  - 204-pin (64-bit) користи се за DDR3 SDRAM
- *Small outline* RIMM (SO-RIMM). Мања верзија RIMM-а, користе се у лаптоповима.

# SDRAM

---

- SDRAM - *Synchronous dynamic random-access memory* (sinhrona dinamička memorija sa slučajnim pristupom, skr. SDRAM)
- DRAM koja je sinhronizovana sa sistemskim magistralama. SDRAM za razliku od DRAM (asinhroni interfejs), ima sinhroni interfejs, što znači da čeka signal generatora takta pre nego što reaguje na kontrolu ulaza i zato se računarskim sistemskim magistralama.
- Generator takta se koristi za interno konačno stanje mašine sa prihvatanjem dolaznih komandi.
- Pipeline - skup elemenata za obradu podataka povezanih u seriji, gde je izlaz jednog elementa ulaz na sledeći.
- Pipeline omogućava da čip može prihvatiti novu komandu pre nego što je završio obradu prethodne.
- Od originalnog SDRAM, preko generacije DDR (ili DDR1), preko DDR2 i DDR3 do DDR4. Postoje i neke varijante sa prefiksom LP (Low Power) DDR.
- Prvi SDRAM: 16 MB, 1992. god.

# DDR1 - DDR4 (*Double Data Rate*)

- DDR od 1998. (64 / 128 MB), DDR2 od 2003. (512 MB / 1 GB), DDR3 od 2007. (512 MB, 8GB / 16GB), DDR 4 od 2014. god. (8GB +)
- Kolone:
  - standard
  - memorijski takt (u MHz)
  - magistralni takt (u MHz)
  - vremenski ciklus (u nano sec.)
  - brzina prenosa podataka (u MT/s - miliona transfera po sekundi)
  - najbrža brzina prenosa (u GB/s)
  - napajanje (u V)

DDR SDRAM Standard	Internal rate (MHz)	Bus clock (MHz)	<u>Prefetch</u>	Data rate (MT/s)	Transfer rate (GB/s)	Voltage (V)
SDRAM	100-166	100-166	1n	100-166	0.8-1.3	3.3
DDR	133-200	133-200	2n	266-400	2.1-3.2	2.5/2.6
DDR2	133-200	266-400	4n	533-800	4.2-6.4	1.8
DDR3	133-200	533-800	8n	1066-1600	8.5-14.9	1.35/1.5
DDR4	133-200	1066-1600	8n	2133-3200	17-21.3	1.2

# DDR4 (*Double Data Rate ver. 4*)

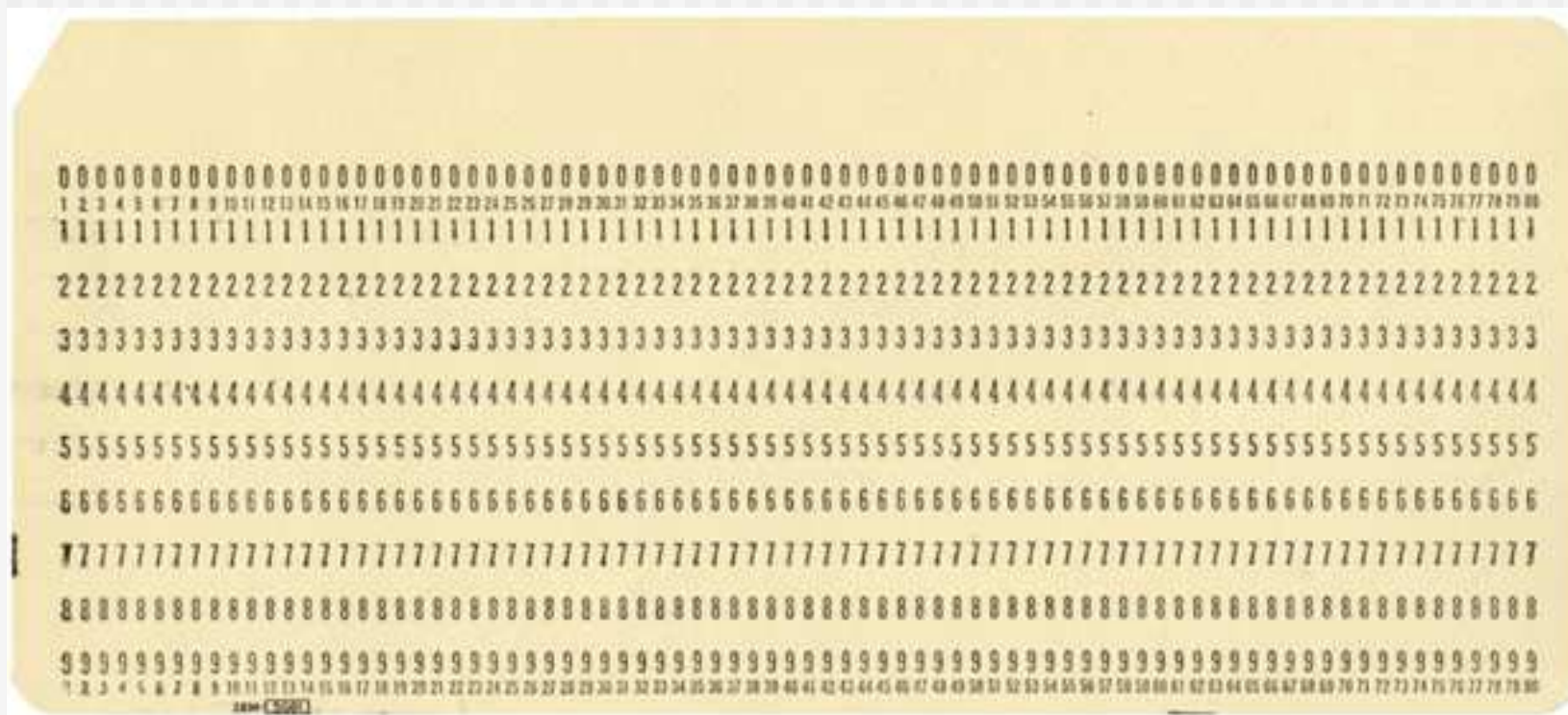
- Glavna prednost u odnosu na DDR3 - viša frekvencija radnog takta i veća brzina prenosa podataka
- Podrška od 2133 do 4266 MT/s (milion transfera po sekundi) u poređenju sa 800 do 4266 MT/s kod DDR3
- Niži napon: 1.05 - 1.2 V kod DDR4 (1.2-1.65 V za DDR3) sa identičnom jačinom struje
- DDR4 donosi i promenu u topologiji - odbacuje pristup povezivanja više modula na memorijskom kanalu u korist jedan-na-jedan topologije gde je svaki kanal memorijskog kontrolera povezan na jedan modul memorije.



# Sistemska zahtevnost za RAM memorijom

<b>Operativni sistem</b>	<b>Minimum potreban</b>	<b>Optimum</b>	<b>Maksimalne performanse</b>
Windows 2000	128 MB	256 MB	512 MB i više
Windows XP	256 MB	512 MB	1 GB i više
Windows Vista	512 MB	1 GB	2GB i više
Windows 10	1 GB (32b), 2 GB (64b)	4 GB (32b) 8 GB (64b)	16GB i više

# Gde čuvamo podatke? I kako? 😊



# Bušene kartice (eng. *punched cards*)

- Prvi mediji za čuvanje podataka, patentiran 1801. godine od strane istraživača Jozefa Žakarda (*Joseph Jacquard*), prvobitno kao metod za oblike i dezene kod tkanja.
- Žakard je razvio prvi digitalni kompajler za IBM
- Svaka kartica, na krutom kartonu imala je najveću moguću količinu podataka koju je mogla da prihvati (definisao svaki proizvođač)
- Imale su na sebi rupice, gde rupica označava vrednost 1, a nedostatak rupice na kartonu označava vrednost 0 (ili obrnuto, po dogovoru). Kartice su bile velike od nekoliko centimetara do nekoliko metara.
- Na ETF-u, 1968. god. korišćene na prvom računaru IBM 1130.



# Diskete (eng. *Floppy disk*)

- Glavni prenosivi medijum do pojave CD
- Mogućnost čitanja i upisa; disketa se može zaštititi od upisa
- Ne gubi sadržaj gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
- Sport pristup, značajno sporiji nego tvrdi disk
- Kapacitet (max): 1.44 MB
- Uređaj koji se ugrađuje u kućište računara i priključuje na priključnice (sokete) na matičnoj ploči
- Prečnik:  
od 8", preko 5.25", do 3.5"





# Diskete kroz istoriju

Veličina	Godina	Kapacitet
8"	1971. (1960)	80 kB
8"	1973.	256 kB
8"	1974.	800 kB
8" dvostrana	1975.	1MB
5¼" (~ Mini diskette)	1976.	110 kB
5¼" DD (2 µm magnetic iron oxide)	1978.	360 kB
5¼" QD	1984.	1.2 MB
3" (nepoznato?)	1984.?	320 kB
3½" (~ Micro diskette)	1984.	720 kB
3½" HD (1.2 µm <u>cobalt-doped iron oxide</u> )	1987.	1.44 MB

# Diskete kroz istoriju



Od 2006. godine se retko ugrađuju u računarima! 58/80

# ZIP diskovi (eng. *ZIP drive, Superfloppy*)

- 1994. godine sa željom da zamene 3.5" floppy diskove (FD)
- Mogućnost čitanja i upisa
- Ne gubi sadržaj gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
- Po brzini i konstrukciji, sličan kao FD
- Kapaciteti: 100 - 250 MB, vrlo retko 750 MB
- Uređaj koji se ugrađuje u kućište računara i priključuje na priključnice (sokete) na matičnoj ploči ili kao eksterni uređaj
- Interfejsi: ATAPI, SCSI, LPT (IEEE 1284 Parallel port), USB 1.1, FireWire (IEEE 1394)



# ZIP diskovi (eng. *ZIP drive*, *Superfloppy*)

---



# CD (eng. *Compact Disc*)

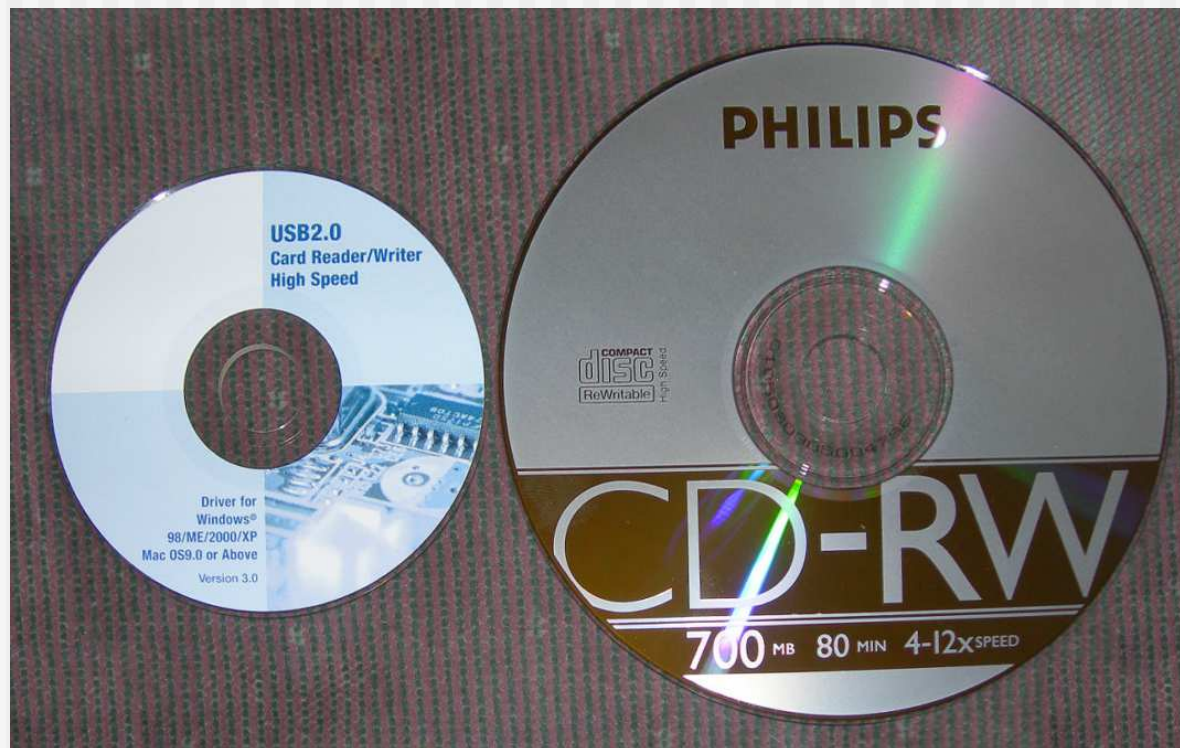
- 1. X 1982. (Japan) by Sony & Philips
- Mogućnost čitanja (CD), a upisa samo na jednom (CD-R) ili više puta (CD-RW) i to sa posebnom vrstom uređaja (CD rezač)
- Ne gubi sadržaj gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
- Sporiji nego tvrdi disk (HDD), ali brži od svih floppy diskova
- Kapacitet: 640/650 MB - 700 MB  
Veličina: 120 milimetara (4.7")
- Audio disk: 74 ili 80 minuta nekompresovanog audio sadržaja
- Uređaj koji se ugrađuje u kućište računara i priključuje na priključnice (sokete) na matičnoj ploči



Spec. CD	Brzina
(Original/slow)	1x, 2x, 4x
High Speed	8x, 10x, 12x
Ultra Speed	16x, 20x, 24x
Ultra Speed+	32x

# Mini CD

- Kapacitet: 185 MB - 210 MB  
Veličina: 80 milimetara (3")
- Audio disk: 21 ili 24 minuta nekompresovanog audio sadržaja





## DVD (eng. *Digital Versatile Disc*)

- Disk digitalnog sadržaja, sličan CD, samo većeg kapaciteta
- Razvijen 1995. godine
- Medijum se može čitati u računaru ili korišćenjem DVD plejera
- Uređaj koji čita: DVD-ROM ili DVD-RW (DVD rezač)
- Diskovi tipa DVD-RAM, DVD-RW, DVD+RW
- DVD-video koristi digitalni video format, a DVD-audio digitalni audio format
- Mehanizam čitanja: 300-650 nm laser, 10.5 Mbit/s (1x)
- Mehanizam pisanja: 650 nm laser sa više snage nego kod čitanja, 10.5 Mbit/s (1x)
- Težina diska: 16 grama





# DVD (eng. *Digital Versatile Disc*)

- Kapaciteti:
  - 4.7 GB (single-sided, single-layer)
  - 8.5 GB (single-sided, double-layer)
  - 9.4 GB (double-sided, single-layer)
  - 17.08 GB (double-sided, double-layer)
- Standard razvijen od strane kompanija: Sony, Panasonic, Samsung, Toshiba i Philips
- Prihvaćen i od strane video uređaja za reprodukciju snimaka (DVD plejeri) i konzola za igranje (PS2, Xbox, Xbox 360, Wii)







# Brzine transfera kod DVD

Brzina	Brzina prenosa podataka		Brzina upisa (minuta)	
	Mbit/s	MB/s	Single-Layer	Dual-Layer
1x	11	1.4	57	103
2x	22	2.8	28	51
2.4x	27	3.3	24	43
2.6x	29	3.6	22	40
4x	44	5.5	14	26
6x	67	8.3	9	17
8x	89	11.1	7	13
10x	111	13.9	6	10
12x	133	16.6	5	9
16x	177	22.2	4	6
18x	199	24.9	3	6
20x	222	27.7	3	5
22x	244	30.5	3	5
24x	266	33.2	2	4

# Blu - ray disc (BD)



- Digitalni optički disk sa ciljem da zameni DVD, prvi prototip napravljen u Japanu 2000. (Sony)
- "Plavi rat" od 2006. do 2008. između kompanija Sony i Toshiba - Toshiba priznala poraz
- Rezultat: četvoroslojni blu-rej disk
- Kapacitet: 100 GB (25GB po sloju, 50 GB sa duplim slojem)
- Diskovi sa 3 sloja (100 GB) i sa 4 sloja (128 GB) su dostupni samo za računarske BD-XL drajvove, nisu kompatibilni sa standardnim Blu-rej plejerima
- Tri formata: BD (za učitavanje), BD-R (učitavanje i jednostruki zapis) i BD-RE (učitavanje i višestruki zapis podataka)
- Dimenzije: 120mm i 1.2mm debljine (CD/DVD format)
- Video formati: 3840x2160 px, i do 60 frejmova po sekundi

# USB fleš disk (eng. *USB flash drive*)

- Baziran na fleš memoriji, ima mogućnost čitanja i upisa, komunicira sa računarom ili drugim uređajem
- Ne gubi sadržja gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
- Sporiji nego operativna memorija, ali brži nego čvrsti diskovi
- Mnogo manja od optičkih diskova i lakša (~ 30 g)
- Tipični kapaciteti: 8GB, 16GB, 32GB, 64GB,... 2TB (2018)
- Priključuju se na spoljašnje USB priključnice (različiti su standardi 2.0, 3.0, 4.0)
- Prvo pojavljivanje: 2000. godine
- Različiti standardi daju različite brzine



# USB fleš memorija - osobine (1)

- Fleš EEPROM (*Electricity Erasable Programmable Read-Only Memory*) - elektronski medijum za skladištenje koji se može električno izbrisati i reprogramirati
- Postoje 2 glavne vrste fleš memorije, imenovane po NAND i NOR logičkim kolima (zato što pojedinačne memorijske ćelije pokazuju unutrašnje osobine slične onima kod logičkih kola)
- Dok kod EPROM moramo potpuno izbrisati, pre nego što prepíšemo, tip NAND fleš memorije omogućava da se piše i čita u blokovima (ili stranama), koji su mnogo manji nego ceo uređaj. Kod NOR tipa memorije omogućen je upis jedne mašinske reči (bajta) na obrisanoj poziciji.
- Tip NAND se prvenstveno koristi za memorijske kartice, USB fleš diskove, poluprovodničke SSD diskove (iz 2009. ili kasnije)

## USB fleš memorija - osobine (2)

- Nedostatak fleš memorije: konačan broj čitanja / pisanja ciklusa u određenom bloku
- Fleš memorija nudi brz pristup čitanju, jednako brz kao kod dinamičke RAM memorije, ali ne tako brz kao kod statičke RAM memorije ili ROM memorije.
- Ima dobru mehaničku otpornost na udarce (za razliku od HDD).
- Termin "EEPROM" se uglavnom odnosi na ne-fleš EEPROM, koji je obrisiv u malim blokovima (tipično bitovima)
- Pošto su ciklusi brisanja spori kod fleša, brisanje velikih blokova odjednom daje značajnu prednost u odnosu na brzinu ne-fleš EEPROM memorije prilikom pisanja velike količine podataka.

# Memorijske kartice (1)



# Memorijske kartice (2)

- Stari formati:
  - SMARTMEDIA
  - XD-PICTURE CARD
  - MULTIMEDIACARD (MMC)
  - MINI-SD
  - Memory Stick (by Sony)

- Tekući formati:
  - Compact Flash (CF)
  - Secure Digital (SD)
  - Micro SD
  - XQD (Nikon / Sony)
  - CFAST card (Canon)

- Budući formati:
  - CF Express 2.0 (standard 2019 by the CompactFlash Association)



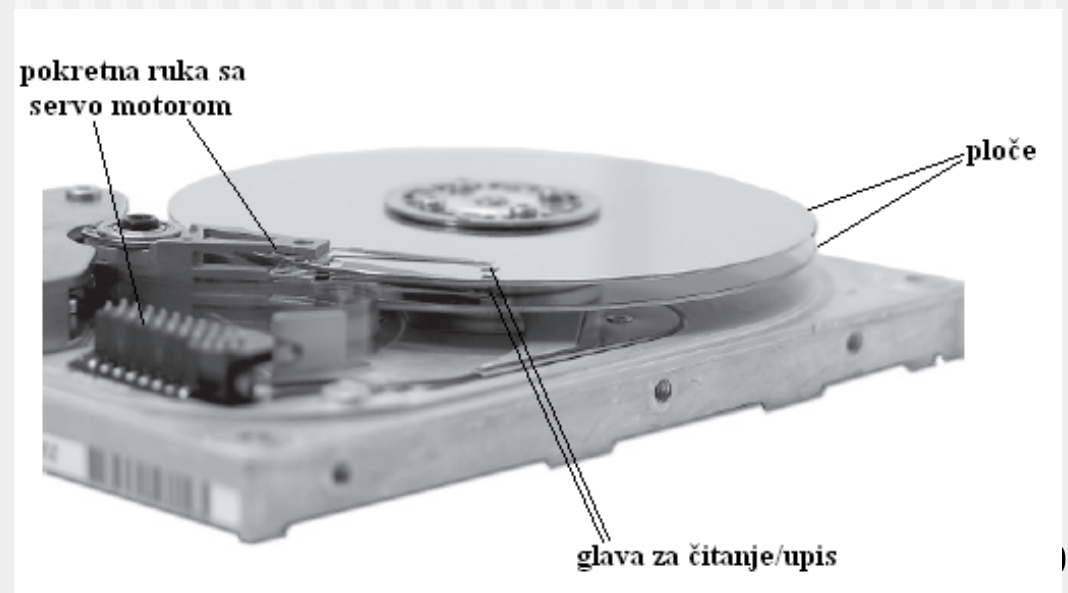
# Memorijske kartice - Uporedni prikaz

Standard	SD				UFS Card		CFast		XQD		CFexpress	
Version	3.0	4.0	6.0	7.0 <sup>[5]</sup>	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0
Launched	2010 Q2	2011 Q1	2017 Q1	?	Q2 2016	?	2008 Q3	2012 Q3	2011 Q4	2014 Q1	2017 Q2	2019 Q1
Bus	UHS-I	UHS-II	UHS-III	PCIe 3.0 x1	UFS 2.0	UFS 3.0	SATA-300	SATA-600	PCIe 2.0 x1	PCIe 2.0 x2	PCIe 3.0 x2	PCIe 3.0 x4
Speed (full-duplex)	104 MB/s	312 MB/s	624 MB/s	985 MB/s	600 MB/s	1.2 GB/s	300 MB/s	600 MB/s	500 MB/s	1 GB/s	1.97 GB/s	1000 MB/s 2000 MB/s 4000 MB/s



# Tvrdi diskovi - HDD

- Tvrdi diskovi (eng. *Hard Drive*)
  - Mogućnost čitanja i upisa
  - Ne gubi sadržaj gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
  - Relativno brz pristup (reda milisekundi), ali značajno sporiji nego RAM
  - Tipični kapaciteti: od nekoliko stotina GB do 1 ili 2 TB
  - Uređaj koji se ugrađuje u kućište računara i priključuje se na priključnice (sokete) na matičnoj ploči



# Poluprovodnički disk - SSD (1)

---

- Poluprovodnički diskovi (SSD - *Solid State Drive*)
  - Uređaj za trajno skladištenje podataka pomoću integrisanih sklopova kola
  - Ne gubi sadržaj gubitkom napajanja (perzistentna memorija)
  - Nema pokretne mehaničke komponente kao tvrdi (HDD) ili FD sa glavom
  - U odnosu na HDD: otporni na fizički udar, tiše rade, imaju manje vremena pristupa i manje kašnjenja
  - Vreme pokretanja: svega nekoliko milisekundi
  - Skuplja cena SSD nego HDD
  - Koristi NAND fleš memoriju (počev od 2009.), koja čuva podatke bez napajanja
  - Ključne komponente SSD: kontroler i memorija za skladištenje podataka
  - Tipični kapaciteti: 128, 256, 512 GB (ali postoje i od 2 TB)

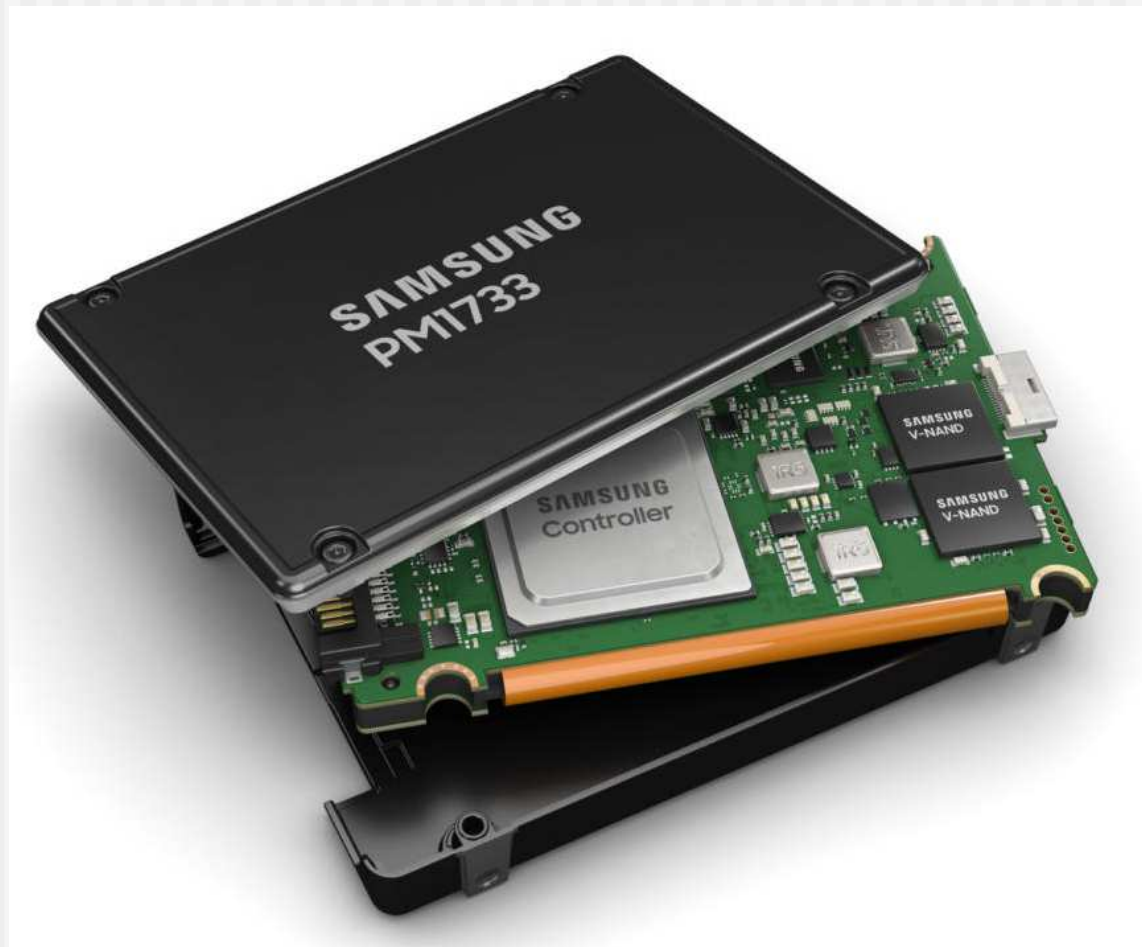
# Poluprovodnički disk - SSD (2)

---

- Host interfejsi:
  - **Serial attached SCSI - SAS** (u serverima, > 3.0 Gbit/s)
  - **Serial ATA - SATA** (> 1.5 Gbit/s)
  - **PCI Express** (> 2.0 Gbit/s)
  - **Fibre Channel** (uvek na serverima, > 200 Mbit/s)
  - **USB** (> 1.5 Mbit/s)
  - **Parallel ATA - PATA** (IDE, >26.4 Mbit/s) interfejs (zamenjen je sa SATA)
  - (Paralelni) SCSI (obično se nalazi na serverima i uglavnom sada zamenjen sa SAS; poslednji SCSI zasnovan na SSD je bio iz 2004. god., >40 Mbit/s)

## Poluprovodnički disk - SSD (3)

---



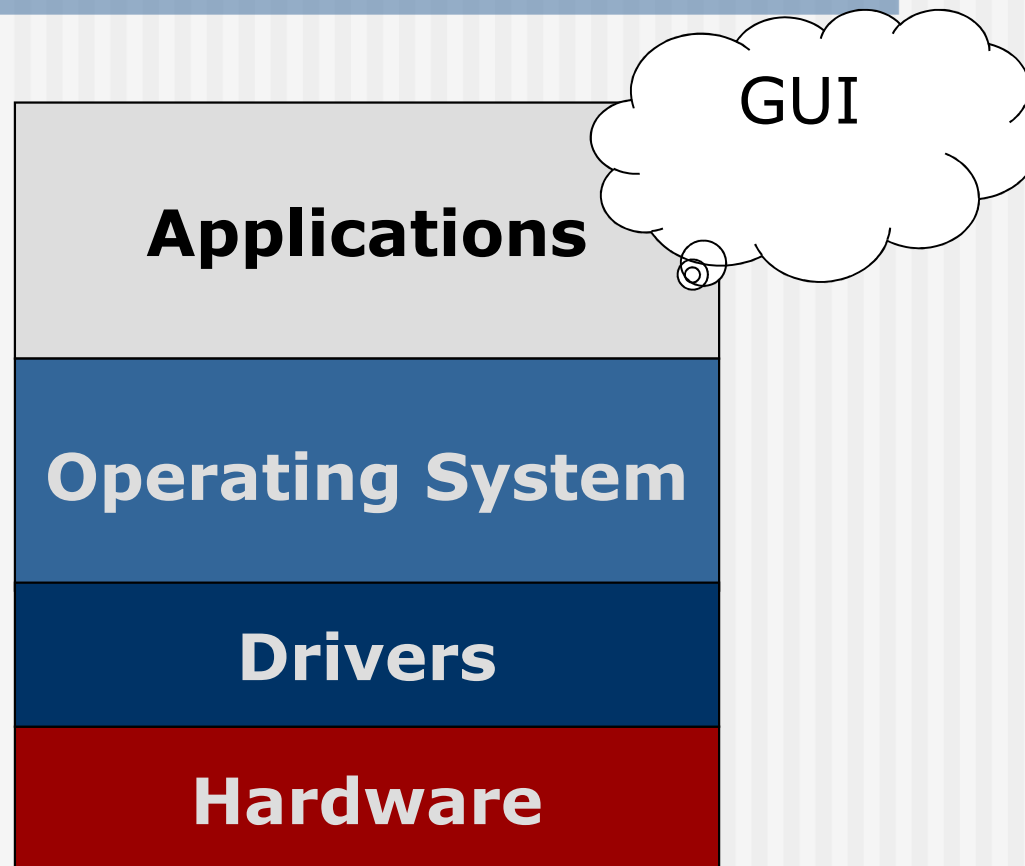
# Ostali uređaji u računaru

- Grafička kartica (GPU)
- Zvučna kartica
- Mrežna kartica
- Modem (retko se ugrađuje)
- Monitor
- Tastatura i miš
- Štampač



# Softverske komponente

---



# Korišćena literatura (1)

---

- John Hennessy, David Patterson, "Computer Architecture: A Quantitative Approach," 5th Edition, Morgan Kaufmann, 2011
- Enciklopedija Britanika, dostupno na:  
<https://www.britannica.com/science/computer-science>
- Specifikacija Intel procesora, dostupno na:  
<https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark.html>
- Lista Intel-ovih mikroprocesora, dostupno na:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_Intel\\_Pentium\\_microprocessors](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_Pentium_microprocessors)  
<https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark/products/series/29035/intel-atom-processor.html>
- AMD procesori, dostupno na:  
<https://www.amd.com/en/ryzen>

# Korišćena literatura (2)

---

- Istorijat floppy diskova, dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_the\\_floppy\\_disk](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_floppy_disk)
- DDR memorije, dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/DDR\\_SDRAM](https://en.wikipedia.org/wiki/DDR_SDRAM)
- USB standard - kratak pregled, dostupno na: <https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/usb-universal-serial-bus/basics-tutorial.php>
- USB standardi, dostupno na: <https://www.usb.org/>
- ADSL standardi, dostupno na: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.992.3-200904-1>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Asymmetric\\_digital\\_subscriber\\_line](https://en.wikipedia.org/wiki/Asymmetric_digital_subscriber_line)
- Sve fotografije preuzete su sa izvora dostupnih na internetu.<sup>80/80</sup>